

Plate heat exchanger, especially for cooling oil of motor vehicles

Publication number: EP1063488

Publication date: 2000-12-27

Inventor: MUNOZ ANA ISABEL (ES)

Applicant: VALEO THERMIQUE MOTEUR (FR)

Classification:





- international: **F28F3/08; F28D9/00; F28F3/04; F28F3/08; F28D9/00; F28F3/00; (IPC1-7): F28D9/00; F28F3/04**

- European: **F28F3/04B4; F28D9/00F4B**






Application number: EP20000401420 20000523

Priority number(s): FR19990007835 19990621

Also published as:

 JP2001027490 (J)
 FR2795167 (A1)
 EP1063488 (B1)
 ES2204466T (T3)

Cited documents:

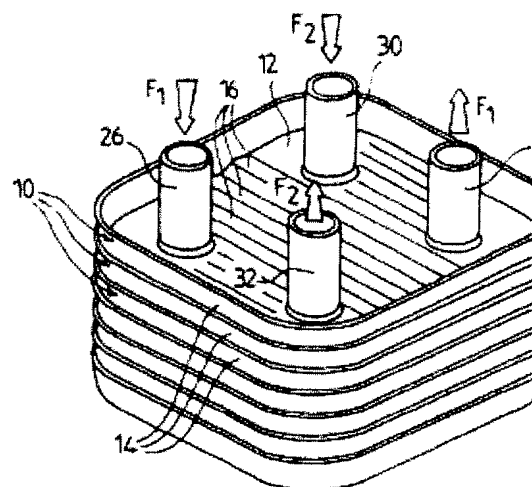
 GB2278430
 WO8900671
 FR2216539
 EP0867679
 EP0611941

Report a data error here

Abstract of **EP1063488**

Heat exchanger comprises identical stacked square plates (10) with raised peripheral edges (14). Plates are assembled in sealed manner and delimit flow channels between them for first fluid (F1) and second fluid (F2). Exchanger has inlet (26) and outlet (28) for first fluid located on diagonal of square. Inlet (30) and outlet (32) for second fluid is located on another diagonal of square.

FIG.1



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 063 488 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.06.2003 Bulletin 2003/26

(51) Int Cl.7: **F28D 9/00, F28F 3/04**

(21) Numéro de dépôt: **00401420.5**

(22) Date de dépôt: **23.05.2000**

(54) **Echangeur de chaleur à plaques, notamment pour refroidir une huile d'un véhicule automobile**

Plattenwärmetauscher, insbesondere zum Kühlen von Kraftfahrzeugöl

Plate heat exchanger, especially for cooling oil of motor vehicles

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

(30) Priorité: **21.06.1999 FR 9907835**

(43) Date de publication de la demande:
27.12.2000 Bulletin 2000/52

(73) Titulaire: **VALEO THERMIQUE MOTEUR**
78321 La Verrière (FR)

(72) Inventeur: **Munoz, Ana Isabel**
28761 Tres Cantos, Madrid (ES)

(74) Mandataire: **Rolland, Jean-Christophe**
Valeo Thermique Moteur,
Propriété Industrielle,
8, rue Louis-Lormand
78321 La Verrière (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 611 941
WO-A-89/00671
GB-A- 2 278 430

EP-A- 0 867 679
FR-A- 2 216 539

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention se rapporte aux échangeurs de chaleur, notamment pour véhicules automobiles.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un échangeur de chaleur comprenant une multiplicité de plaques empilées munies chacune d'un bord périphérique relevé, et dans lequel lesdits bords périphériques sont assemblés de manière étanche pour délimiter entre les plaques des premiers canaux d'écoulement pour un premier fluide qui alternent avec des seconds canaux d'écoulement pour un second fluide, l'échangeur comprenant en outre une entrée et une sortie pour le premier fluide ainsi qu'une entrée et une sortie pour le second fluide.

[0003] Un échangeur de chaleur de ce type, appelé aussi "échangeur à plaques", ou "échangeur à lames", est connu en particulier d'après la publication DE-A-195 11 991. Un tel échangeur de chaleur est utilisé par exemple en tant que refroidisseur d'huile pour véhicule automobile, pour assurer le refroidissement de l'huile du moteur ou encore le refroidissement de l'huile de la boîte de vitesses automatique, par échange thermique avec un fluide de refroidissement, habituellement celui qui sert au refroidissement du moteur du véhicule.

[0004] Dans un échangeur de chaleur de ce type, les plaques sont réalisées habituellement par emboutissage d'une tôle métallique, et sont empilées, en sorte que leurs bords périphériques respectifs s'emboîtent les uns dans les autres et soient ensuite brasés entre eux pour assurer l'étanchéité, ce qui permet de définir des canaux de circulation de fluide. L'échangeur de chaleur résulte ainsi d'un empilage de plaques et ne nécessite pas de boîtier.

[0005] On prévoit alors une tubulure d'entrée et une tubulure de sortie pour un premier fluide qui communiquent avec une première série de canaux, ainsi qu'une tubulure d'entrée et une tubulure de sortie pour un second fluide qui communiquent avec une deuxième série de canaux, en sorte que les canaux de la première série alternent avec les canaux de la deuxième série.

[0006] Les plaques possèdent des ouvertures situées au droit des tubulures précitées et alternativement rendues étanches, soit par des emboutis, soit par des bagues rapportées, pour assurer ou interdire le passage de l'un ou l'autre fluide.

[0007] Dans les échangeurs de chaleur connus de ce type, on prévoit habituellement des plaques de deux types différents qui sont disposées en alternance, ce qui augmente notamment les coûts en matière et en outillage.

[0008] Ces plaques présentent un fond généralement plan et il est prévu, dans chaque canal d'écoulement, un élément perturbateur pour favoriser un écoulement turbulent du fluide et donc l'échange thermique.

[0009] De plus, il est généralement nécessaire de prévoir des éléments perturbateurs différents pour le premier fluide et le second fluide, ce qui complique en-

core la fabrication de l'échangeur de chaleur.

[0010] Ainsi, tous ces échangeurs de chaleur connus nécessitent un grand nombre de pièces de types différents à assembler.

[0011] L'invention a notamment pour but de surmonter les inconvénients précités.

[0012] Elle vise principalement à procurer un échangeur de chaleur à plaques du type défini précédemment, qui comporte un nombre minimal de pièces de types différents, et en particulier qui est dépourvu d'éléments perturbateurs.

[0013] L'invention vise également à procurer un tel échangeur de chaleur à plaques propre à améliorer l'échange thermique entre les deux fluides, sans augmentation de la perte de charge du circuit du premier fluide et du circuit du second fluide.

[0014] Un échangeur correspondant au préambule de la revendication 1 est connu de G.B 2 278 430.

[0015] L'invention propose à cet effet un échangeur de chaleur du type défini en introduction, dans lequel les plaques sont identiques entre elles et ont la forme générale d'un carré, lesdites plaques présentent chacune un fond ayant des ondulations définies par des génératrices s'étendant dans une direction donnée, et ces plaques sont disposées en alternance en étant tournées de 90° par rapport à la (aux) plaque(s) adjacente(s), de sorte que chaque canal est délimité par des ondulations croisées à 90°, et dans lequel l'entrée et la sortie du premier fluide se situent sensiblement sur une diagonale du carré, tandis que l'entrée et la sortie du second fluide se situent sensiblement sur une autre diagonale du carré.

[0016] Ainsi, l'échangeur de chaleur est formé à partir de plaques d'un seul type ce qui réduit le nombre de types de pièces et facilite les opérations d'assemblage.

[0017] On définit ainsi des canaux tridimensionnels de forme particulière délimités chacun entre deux fonds ondulés, dont les ondulations respectives s'étendent dans des directions sensiblement perpendiculaires entre elles.

[0018] De plus, comme les entrées et sorties de fluide sont disposées sur des diagonales du carré, il est possible de superposer une plaque au dessus d'une autre en la faisant tourner de 90°.

[0019] Les ondulations donnent une valeur du diamètre hydraulique déterminée et égale pour les deux fluides.

[0020] On rappellera que pour un tel canal tridimensionnel, le diamètre hydraulique est défini par la relation $D_h = 4 \times \text{Volume occupé par le fluide} / \text{Surface mouillée}$. Selon l'invention, chaque canal possède un diamètre hydraulique (D_h) de valeur choisie, définie par la relation $D_h = 2.h$, où h représente la hauteur du canal, c'est à dire la moitié de l'espacement maximal entre les crêtes respectives des ondulations d'une première plaque et les crêtes respectives des ondulations d'une seconde plaque adjacente.

[0021] Il a été constaté que, lorsque la valeur du dia-

mètre hydraulique D_h est choisie et est comprise entre 1 et 3 mm, on obtient un échange thermique optimal entre les deux fluides, sans augmentation de la perte de charge de l'un et l'autre de ces fluides.

[0022] De façon avantageuse, la valeur du diamètre hydraulique D_h est sensiblement égale à 1,8 mm.

[0023] Dans l'invention, les ondulations de deux plaques adjacentes sont de préférence en contact mutuel.

[0024] Les ondulations des plaques sont avantageusement de forme sensiblement sinusoïdale.

[0025] Selon une autre caractéristique de l'invention, les plaques sont formées par emboutissage d'une tôle métallique, de préférence à base d'aluminium.

[0026] Les bords relevés des plaques sont avantageusement assemblés entre eux par brasage.

[0027] Dans une application préférentielle de l'invention, l'échangeur de chaleur est réalisé sous la forme d'un refroidisseur d'huile pour véhicule automobile, dans lequel l'un des fluides est l'huile du moteur ou l'huile de la boîte de vitesses automatique du véhicule, tandis que l'autre fluide est un fluide de refroidissement.

[0028] Dans la description qui suit, faite seulement à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur de chaleur à plaques selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle en coupe de l'échangeur de chaleur de la figure 1 ; et
- la figure 3 est une vue de dessus de l'échangeur de chaleur de la figure 1.

[0029] L'échangeur de chaleur représenté à la figure 1 comprend une multiplicité de plaques 10, encore appelées "demi-lames", empilées suivant une direction d'assemblage ou empilage, selon une technique d'assemblage dite "en écailles".

[0030] Les plaques 10 sont ici identiques entre elles et présentent chacune un fond 12 entouré par un bord périphérique 14 qui est généralement plan et relevé vers le haut. Le fond 12 a ici la forme d'un carré aux angles arrondis et il est muni d'ondulations 16, de forme sensiblement sinusoïdale, définies par des génératrices parallèles entre elles et parallèles à deux côtés opposés 18 du carré et donc perpendiculaires aux deux autres côtés opposés 20 du carré (figures 1 et 3).

[0031] Les plaques 10 sont formées par emboutissage d'une tôle métallique de préférence à base d'aluminium, qui est avantageusement revêtue d'un placage de brasure sur l'une au moins de ses faces.

[0032] Pour former l'échangeur, les plaques 10 sont empilées et viennent ainsi en contact mutuel à leur périphérie par leurs bords relevés respectifs 14, qui sont brasés ensemble pour assurer une liaison mécanique étanche.

[0033] Les plaques 10 sont disposées en alternance

en étant à chaque fois tournées chacune de 90° par rapport à la (aux) plaque(s) adjacente(s), si bien que les ondulations respectives 16 de deux plaques adjacentes sont croisées à 90° (figure 2). Par ailleurs, les ondulations de deux plaques 10 adjacentes sont en contact entre elles.

[0034] Les plaques 10 délimitent ainsi entre elles des canaux 22 pour un premier fluide F1 qui alterne avec des canaux 24 pour un second fluide F2.

[0035] L'échangeur de chaleur comprend en outre (figure 1) une tubulure d'entrée 26 et une tubulure de sortie 28 pour le premier fluide F1, ainsi qu'une tubulure d'entrée 30 et une tubulure de sortie 32 pour le second fluide F2.

[0036] Les tubulures 26 et 28 sont sur une diagonale du carré formé par la plaque 10 située à une extrémité de la pile et les tubulures 30 et 32 sont sur une autre diagonale de ce carré (figure 3). Les tubulures 26, 28, 30 et 32 sont montées respectivement sur quatre ouvertures circulaires 34, 36, 38 et 40 de la plaque supérieure de la pile (figure 3). Ces ouvertures ont toutes le même diamètre et sont situées à égale distance du centre du carré. Ainsi lorsque les plaques 10 sont empilées, elles peuvent communiquer entre elles par quatre série d'ouvertures alignées.

[0037] Les tubulures 26, 28, 30 et 32 se prolongent à l'intérieur de la pile et il est prévu des moyens permettant de faire communiquer les tubulures 26 et 28 avec les premiers canaux 22, d'une part, et les tubulures 30 et 32 avec les seconds canaux 24, d'autre part. Ces moyens de communication, en eux-mêmes connus, ne sont pas décrits. Des détails à ce sujet peuvent être trouvés notamment dans la publication DE-A-195 11 991 précitée.

[0038] Les ondulations respectives 16 des plaques 10 permettent de donner aux canaux 22 et 24 une structure tridimensionnelle particulière qui favorise un écoulement turbulent du fluide F1 et du fluide F2 et, par conséquent, un bon échange thermique entre eux. Ceci permet de supprimer les éléments perturbateurs qui, jusqu'à présent, avaient été considérés comme nécessaires dans ce type d'échangeurs de chaleur à plaques.

[0039] L'écoulement des fluides F1 et F2 dans les canaux s'effectue à 90° par rapport aux ondulations, comme montré par la flèche E pour le fluide f2 (figure 3).

[0040] Dans l'invention, il est en outre essentiel que le diamètre hydraulique des canaux 22 et 24 ait une valeur choisie.

[0041] En règle générale, le diamètre hydraulique est défini par la relation $D_h = 4 \times \text{Volume occupé par le fluide} / \text{Surface mouillée}$.

[0042] Ici, dans le cas d'un canal de faible épaisseur, le diamètre hydraulique D_h peut être exprimé, d'une façon simplifiée, par la relation suivante :

$$D_h = 2 \times h,$$

où h représente la hauteur moyenne du canal.

[0043] En se reportant à la figure 2, h représente la moitié de l'espacement maximal entre les crêtes respectives 40 et 42 des ondulations respectives 16 de deux plaques 10 adjacentes.

[0044] Ici, la valeur du diamètre hydraulique D_h doit être comprise entre 1 et 3 mm. Avantageusement, cette valeur est sensiblement égale à 1,8 mm.

[0045] L'échangeur de chaleur constitue avantageusement un refroidisseur d'huile. Il peut être utilisé pour refroidir l'huile du moteur ou l'huile de la boîte de vitesses automatique d'un véhicule automobile. Dans ce cas, l'un des fluides est constitué par cette huile, tandis que l'autre fluide est constitué par un fluide de refroidissement. Ce dernier est avantageusement le liquide qui sert habituellement au refroidissement du moteur du véhicule automobile.

[0046] Lorsque l'échangeur de chaleur est utilisé pour refroidir l'huile du moteur, il est alors fixé soit directement sur le bloc-moteur, soit sur un boîtier de filtration connecté directement au moteur. L'échangeur peut alors être relié au circuit du fluide de refroidissement par des conduits.

[0047] Dans le cas du refroidissement de l'huile de la boîte de vitesses automatique, l'échangeur de chaleur peut être raccordé directement au carter d'huile de la boîte de vitesses.

[0048] Il a été constaté qu'un tel échangeur de chaleur permet une amélioration de l'échange thermique entre les deux fluides, sans augmentation de la perte de charge du circuit d'huile et du circuit du liquide de refroidissement. Des essais ont montré que, par rapport à un échangeur de chaleur à plaques classique muni de perturbateurs, l'échangeur de chaleur selon l'invention dégage une puissance thermique qui peut être supérieure de 15% et une perte de charge qui peut être réduite de 30 à 40 %.

[0049] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à la forme de réalisation décrite précédemment à titre exemple mais s'étend également à d'autres variantes.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comprenant une multiplicité de plaques empilées (10) munies chacune d'un bord périphérique relevé (14), et dans lequel lesdits bords périphériques sont assemblés de manière étanche pour délimiter entre les plaques des premiers canaux d'écoulement (22) pour un premier fluide (F1) qui alternent avec des seconds canaux d'écoulement (24) pour un second fluide (F2), l'échangeur comprenant en outre une entrée (26) et une sortie (28) pour le premier fluide (F1) ainsi qu'une entrée (30) et une sortie (32) pour le second fluide (F2),
caractérisé en ce que les plaques (10) sont identiques entre elles et ont la forme générale d'un car-

ré, **en ce qu'elles** présentent chacune un fond (12) ayant des ondulations (16) définies par des génératrices s'étendant dans une direction donnée, **en ce que** les plaques (10) sont disposées en alternance en étant tournées de 90° par rapport à la (aux) plaque(s) adjacente(s), de sorte que chaque canal (22 ; 24) est délimité par des ondulations croisées à 90°, et **en ce que** l'entrée (26) et la sortie (28) du premier fluide (F1) se situent sensiblement sur une diagonale du carré, tandis que l'entrée (30) et la sortie (32) du second fluide (F2) se situent sensiblement sur une autre diagonale du carré.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque canal (22 ; 24) possède un diamètre hydraulique (D_h) de valeur choisie, définie par la relation $D_h = 2.h$, où h représente la demi-hauteur du canal, c'est-à-dire la moitié de l'espacement maximal entre les crêtes respectives (40, 42) des ondulations respectives (16) des plaques adjacentes (10) délimitant le canal.
3. Echangeur de chaleur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la valeur du diamètre hydraulique D_h est comprise entre 1 et 3 mm.
4. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** la valeur du diamètre hydraulique D_h est sensiblement égale à 1,8 mm.
5. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les ondulations (16) de deux plaques (10) adjacentes sont en contact mutuel.
6. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les ondulations (16) des plaques (10) sont de forme sensiblement sinusoïdale.
7. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les plaques (10) sont formées par emboutissage d'une tôle métallique, de préférence à base d'aluminium.
8. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les bords relevés (14) des plaques (10) sont assemblés entre eux par brasage.
9. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'un des fluides est l'huile d'un moteur ou l'huile d'une boîte de vitesses automatique d'un véhicule automobile, tandis que l'autre fluide est un fluide de refroidissement.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einer Vielzahl gestapelter Platten (10), die jeweils mit einem hochgezogenen peripheren Rand (14) versehen sind, und bei dem die peripheren Ränder auf dichte Weise zusammengefügt sind, um zwischen den Platten erste Strömungskanäle (22) für ein erstes Fluid (F1) zu begrenzen, die sich mit zweiten Strömungskanälen (24) für ein zweites Fluid (F2) abwechseln, wobei der Wärmetauscher außerdem einen Einlass (26) und einen Auslass (28) für das erste Fluid (F1) sowie einen Einlass (30) und einen Auslass (32) für das zweite Fluid (F2) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platten (10) zueinander identisch sind und die allgemeine Form eines Quadrats aufweisen, dass sie jeweils einen Boden (12) mit Wellen (16) aufweisen, die durch Erzeugende definiert werden, die sich in eine gegebene Richtung erstrecken, dass die Platten (10) abwechselnd angeordnet sind, indem sie um 90° zu der (den) benachbarten Platte(n) gedreht sind, so dass jeder Kanal (22; 24) durch sich unter 90° kreuzende Wellen begrenzt wird, und dass der Einlass (26) und der Auslass (28) des ersten Fluids (F1) im Wesentlichen auf einer Diagonalen des Quadrats liegen, während der Einlass (30) und der Auslass (32) des zweiten Fluids (F2) im Wesentlichen auf einer anderen Diagonalen des Quadrats liegen.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kanal (22; 24) einen hydraulischen Durchmesser (D_h) mit einem ausgewählten Wert besitzt, der durch die Beziehung $D_h = 2 \cdot h$ definiert ist, wobei h die halbe Höhe des Kanals darstellt, das heißt die Hälfte des maximalen Abstands zwischen den entsprechenden Kämme (40, 42) der entsprechenden Wellen (16) benachbarter Platten (10), die den Kanal begrenzen.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert des hydraulischen Durchmessers D_h zwischen 1 und 3 mm liegt.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert des hydraulischen Durchmessers D_h im Wesentlichen gleich 1,8 mm ist.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellen (16) von zwei benachbarten Platten (10) sich gegenseitig berühren.
6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellen (16) der Platten (10) im Wesentlichen sinusförmig sind.

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platten (10) durch Tiefziehen eines Metallblechs, vorzugsweise auf Aluminiumbasis, geformt werden.
8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hochgezogenen Ränder (14) der Platten (10) durch Hartlöten miteinander zusammengefügt werden.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der Fluide das Öl eines Motors oder das Öl eines Automatikgetriebes eines Automobils ist, während das andere Fluid ein Kühlfluid ist.

Claims

1. Heat exchanger comprising a multiplicity of stacked plates (10) each equipped with a turned-up peripheral edge (14), and in which exchanger the said peripheral edges are assembled in a leak-tight manner so as to delimit, between the plates, first flow ducts (22) for a first fluid (F1) which alternate with second flow ducts (24) for a second fluid (F2), the exchanger further comprising an inlet (26) and an outlet (28) for the first fluid (F1) and an inlet (30) and an outlet (32) for the second fluid (F2), **characterized in that** the plates (10) are mutually identical and have the general shape of a square, **in that** they each have a bottom (12) of corrugations (16) defined by generatrices running in a given direction, **in that** the plates (10) are arranged alternately, rotated through 90° with respect to the adjacent plate(s), so that each duct (22; 24) is delimited by cross-corrugations crossed at 90°, and **in that** the inlet (26) and the outlet (28) of the first fluid (F1) lie roughly on one diagonal of the square, while the inlet (30) and outlet (32) for the second fluid (F2) lie roughly on another diagonal of the square.
2. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** each duct (22; 24) has a hydraulic diameter (D_h) of chosen value, defined by the relationship $D_h = 2 \cdot h$ where h represents the half-height of the duct, that is to say half the maximum spacing between the respected crests (40, 42) of the respective corrugations (16) of the adjacent plates (10) delimiting the duct.
3. Heat exchanger according to Claim 2, **characterized in that** the value of the hydraulic diameter D_h is between 1 and 3 mm.
4. Heat exchanger according to one of Claims 2 and 3, **characterized in that** the value of the hydraulic diameter D_h is roughly equal to 1.8 mm.

5. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 4,
characterized in that the corrugations (15) of two
adjacent plates (10) are in contact with each other.
6. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 5, 5
characterized in that the corrugations (16) of the
plate (10) are of roughly sinusoidal shape.
7. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 6, 10
characterized in that the plates (10) are formed by
pressing a metal sheet, preferably one based on
aluminium.
8. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 7, 15
characterized in that the turned-up edges (14) of
the plates (10) are joined together by brazing.
9. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 8, 20
characterized in that one of the fluids is the oil from
an engine or the oil from an automatic gearbox of a
motor vehicle, while the other fluid is a cooling fluid.

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

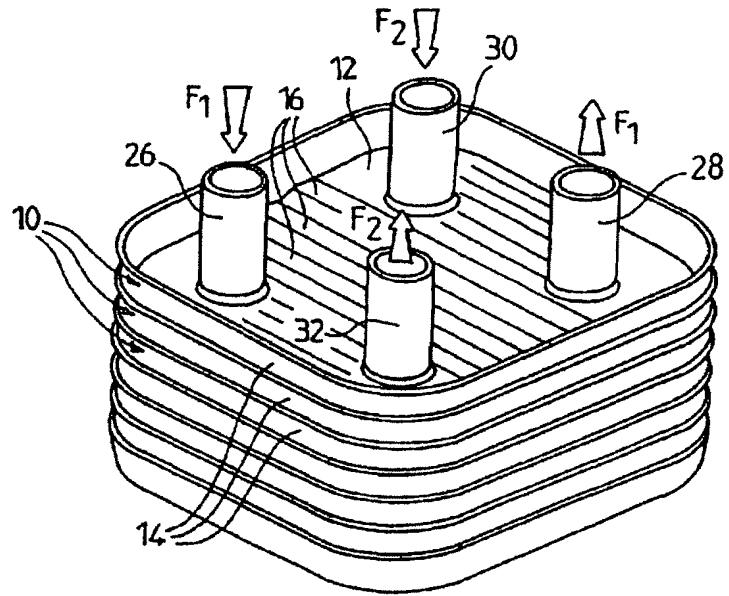


FIG. 2

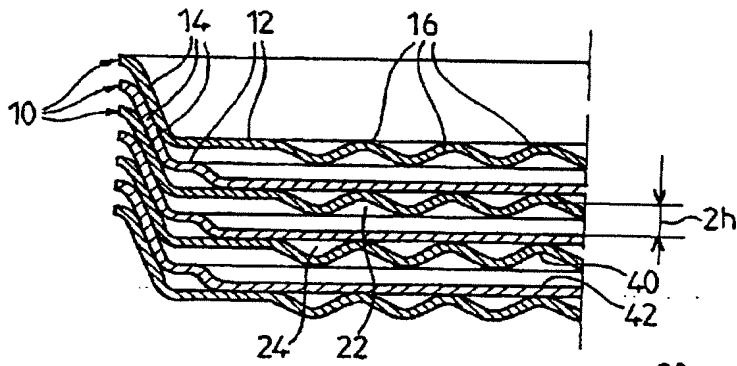


FIG. 3

